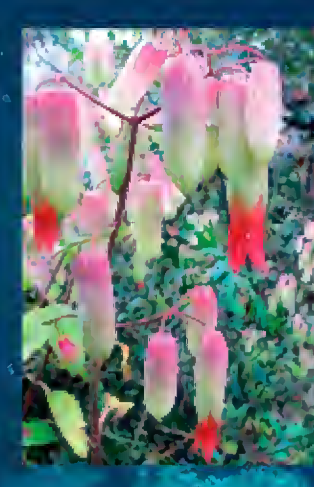


LAS TORTUGAS DEL DESIERTO, EN PELIGRO
PÁG: 8



LAS BRUJAS INVADEN LA SELVA.
PÁG:13



NÚM. 136 ENERO-FEBRERO DE 2018

ISSN: 1870-1760

BioDIVERSITAS

BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

LA MANTA GIGANTE

El archipiélago de Revillagigedo, aun con su peculiar nombre que muchos encuentran similar a un trabalenguas, tiene una gran historia y es desde hace años un tema de interés para políticos, científicos, empresarios y hasta turistas. Pero ¿por qué?



LA MANTA GIGANTE

el diamante de Revillagigedo

ANTONIO RUIZ SAKAMOTO[1], CARLOS SÁNCHEZ ORTIZ[1],
JOSHUA D. STEWART[2] Y OCTAVIO ABURTO OROPEZA[2]

El lejano archipiélago

Conformado por las islas Clarión, Socorro, San Benedicto y Roca Partida, el archipiélago de Revillagigedo es un grupo de islas de origen volcánico localizado a 400 kilómetros de Cabo San Lucas, Baja California Sur, siendo éstas las islas más remotas del territorio mexicano.[1] Llegar a este lugar implica un viaje en barco de por lo menos 24 horas, más si hay mal tiempo. Azotado por huracanes y tormentas tropicales el archipiélago no parecería ser un destino turístico agradable. Sin embargo, este grupo de islas es visitado por turistas e investigadores que llegan sin falta cada año.

Las cuatro islas que conforman el archipiélago fueron descubiertas entre los años 1533 y 1790. El archipiélago de Revillagigedo debe su nombre al capitán inglés James Colnett, quien luego de ser capturado por la flota española fue liberado por el conde de Revillagigedo. En agradecimiento, el capitán inglés llamó el archipiélago en su honor, y así es como se conoce a las islas hasta la actualidad.[2]

En 1994 el archipiélago de Revillagigedo es declarado Reserva de la Biosfera, máximo nivel de protección que se le puede asignar a un área natural protegida.[3] El aislamiento geográfico y la protección que se le ha dado a la zona lo han convertido en un gran refugio para la vida marina, y hoy es reconocido como Patrimonio Natural de la Humanidad. Con escarpados y complejos acantilados marinos, ahí es posible observar una gran variedad de tiburones, mamíferos marinos, tortugas y una infinidad de peces. La gran abundancia de animales marinos han convertido al archipiélago en un destino turístico que atrae buceadores de todo el mundo. Sin embargo, el papel protagónico de los espectáculos marinos que brindan estas islas lo tiene en definitiva la manta gigante, *Mobula birostris*.

Los diamantes negros

La manta gigante es un organismo de cuerpo aplanado, de silueta similar a un diamante, generalmente de color negro, con manchas blancas que le dan un patrón único. Se le puede encontrar en diversos mares tropicales y templados a lo largo del mundo buscando plancton para saciar su enorme apetito.[4] A pesar de su extraña apariencia y naturaleza misteriosa, la manta gigante ha demostrado poseer una gran inteligencia, memoria y empatía por los buzos. Acostumbradas a la presencia del ser humano, las mantas gigantes en Revillagigedo son muy amistosas, nadan alrededor de los buzos y en ocasiones se acercan a centímetros de ellos. La experiencia de tener tan cerca de un animal como éste, que puede llegar a medir hasta 7 metros de punta a punta de las aletas, es con frecuencia descrita como inolvidable y única. Esto es la base de un negocio turístico que lleva ya varios años practicándose que atrae a buzos que provienen de todo el mundo.[5, 6]

Los viajes de buceo turístico al archipiélago de Revillagigedo han creado un negocio que genera cerca de 14 millones de dólares al año.



Vista aérea de la isla San Benedicto, archipiélago de Revillagigedo.
Foto: © Kip Evans

Los viajes turísticos al archipiélago de Revillagigedo son tan exitosos que, si se desea ir, en muchas ocasiones tiene que apartarse un lugar con un año de anticipación y los precios por persona exceden los 3 000 dólares. En 2006 se estimaba que cerca de 1 000 turistas visitaban las islas cada año; en 2015 ya era el doble, y se cree que en la actualidad este número es aún mayor.[6, 7]

Los viajes de buceo turístico al archipiélago de Revillagigedo han creado un negocio que genera cerca de 14 millones de dólares al año, entre tarifas de barco, hoteles y viajes hasta las ciudades de Cabo San Lucas y San José del Cabo, de donde suelen partir los viajes al archipiélago. Catorce millones de dólares que, de acuerdo con capitanes, propietarios de empresas turísticas y marineros dependen en gran medida de la presencia de la manta gigante en el archipiélago. “Este negocio dejaría

Portada:
Manta gigante, *Mobula birostris*, archipiélago de Revillagigedo.

Página opuesta:
Interacción entre una manta gigante y un buzo.
Fotos: © Octavio Aburto



Manta gigante cerca del sitio "El boiler" en la isla San Benedicto, archipiélago de Revillagigedo.

de existir en sólo tres meses si las mantas desaparecen", comenta *Rey*, capitán de *Rocío del Mar*, una de las embarcaciones que se dedica a llevar buzos al archipiélago. El sector científico ha probado que el sentir de *Rey* y muchos más es acertado. Por medio de encuestas realizadas en 2013 y 2014 se probó que más de la mitad de los turistas viajaron al archipiélago con el propósito de bucear con las mantas gigantes. Debido a su gran longevidad, probablemente de más de 50 años, una manta gigante tiene el potencial de generar hasta 1 millón de dólares a lo largo de su vida, si vive en una zona de turismo como el archipiélago de Revillagigedo.[7, 8]

Se han realizado estudios con ADN, isotopos estables y seguimientos de larga duración utilizando marcas satelitales; con estas diferentes técnicas se ha demostrado que la manta gigante no es un organismo que realice largas migraciones. De las nueve mantas gigantes que se marcaron en México (cinco en la zona de Bahía de Banderas y cuatro en el archipiélago de Revillagigedo), ninguno de los individuos viajó a alguna otra región, sugiriendo que se trataba de dos poblaciones diferentes, separadas por cerca de 600 kilómetros. Este mismo comportamiento se ha observado en otras regiones del mundo como Indonesia y Sri Lanka, aunque ello no significa que una manta gigante no sea físicamente capaz de realizar ese viaje. Se ha registrado que organismos de la misma especie han realizado viajes mucho más largos,[9] por ejemplo, el de uno que recorrió 1 400 km de distancia entre las Galápagos y las costas de Ecuador. Sin embargo, este tipo de desplazamientos parecen ser muy ocasionales, y tienen poco efecto en las poblaciones.

La otra cara de la moneda

Que haya poblaciones aisladas, como es el caso de la manta gigante, puede ser negativo cuando existe algún tipo de impacto humano como la pesca. Si esto se prolonga, la población podría ser gravemente mermada. La manta gigante tarda cerca de 13 años para llegar a su madurez sexual, y una vez que una hembra la alcanza sólo tendrá una o dos crías que se desarrollarán dentro de su cuerpo por cerca de un año. Por estas razones, la manta gigante es muy vulnerable a la pesca directa e indirecta, y si la presión continúa puede llegar a extirpar poblaciones completas (como está ocurriendo en el Golfo de California).

Tristemente, y a pesar de los decretos nacionales e internacionales, no siempre se respeta a los diamantes de Revillagigedo y a las otras joyas naturales que la reserva ofrece. Aun cuando se tiene un área de no pesca alrededor de las islas, no se obedece el perímetro, que es cruzado sin mayor problema por embarcaciones que extienden sus redes en busca de atún, sin ninguna consideración por otras especies que se encuentran en la zona, entre ellas delfines, tiburones, atunes, tortugas y mantas gigantes.

La misma manta gigante —que podría generar miles de dólares como un atractivo turístico natural— si fuera pescada y vendida en los mercados asiáticos alcanzaría



un precio aproximado de 500 dólares.[10] A pesar de tener un potencial económico tan grande en la industria del turismo, es víctima de una gran presión pesquera en diversas partes del mundo debido a que existe una gran demanda por sus branquias al ser un ingrediente de la medicina tradicional china. Su explotación es tan agresiva que se encuentra catalogada como una especie vulnerable en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés).[11] Dejando a un lado la problemática de la pesca furtiva, se podría decir que en México la manta gigante está protegida por una veda permanente, por lo que su pesca y comercio están prohibidos.[12] Sin embargo, no todo es perfecto. La pesca incidental con redes de pesca e incluso las colisiones accidentales con embarcaciones son comunes en muchas regiones del país. Tampoco es raro observar mantas gigantes mutiladas, que han perdido aletas cefálicas, cortadas por líneas de pesca enredadas, o algunas que arrastran cabos enredados, que les impiden nadar correctamente y alimentarse, llevándolas a la fatiga extrema, la inanición y finalmente a la muerte.[13] En contraste con lo que sucede en el archipiélago de Revillagigedo, las mantas gigantes en el resto del país son consideradas como un animal molesto, y en ocasiones peligroso, al grado de que algunos pescadores nos dijeron que hace años las pescaban por deporte, cuando veían una cerca de sus embarcaciones.

El reto

Uno de los últimos refugios de la manta gigante y otras joyas naturales del mundo marino está amenazado por la insaciable ambición del humano. Revillagigedo tiene opciones: el turismo de bajo impacto, que utiliza embarcaciones en lugar de hoteles, y su actividad principal es observar y fotografiar la vida submarina de la región parece ser un buen augurio. Sin embargo, al igual que la pesca que en sus inicios tenía un impacto poco considerable, el turismo debe ser una actividad moderada y vigilada, y si bien es una actividad de poco impacto, en los últimos años la presión turística en el archipiélago de Revillagigedo se ha duplicado.

La manta gigante tarda cerca de 13 años para llegar a su madurez sexual, la hembra sólo tendrá una o dos crías que se desarrollarán dentro de su cuerpo por cerca de un año.

Vista ventral de la manta gigante, *Mobula birostris*.



Para mitigar la pesca ilegal se han propuesto medidas de protección como incrementar el área de no pesca a 100 millas náuticas alrededor de las islas, con el afán de brindarle una protección real a los animales de la zona, al darles el espacio necesario para habitar el archipiélago sin riesgo.

Si se sacrificara el área de 100 millas náuticas alrededor de las islas, la pesca de túnidos del país sufriría una reducción en su área de pesca; sin embargo, el impacto es mínimo si se compara con el total de capturas anuales en el resto del país, siendo aquél de apenas 6% de la captura reportada. Además, las reservas funcionan como refugios donde la vida florece y aumenta la abundancia de organismos en zonas aledañas, por lo que se beneficiaría a la pesca.

La manta gigante se encuentra amenazada debido al desconocimiento que tenemos de ella. La ignorancia y el miedo a lo desconocido nos han hecho dañar sus poblaciones en México y el mundo, poniendo en riesgo su existencia. Sin embargo, estos majestosos animales son un diamante en bruto, que, con los estudios ecológicos adecuados, planes de manejo y educación puede llegar a ser un gran atractivo turístico y una especie marina digna de presumirse. Comunicar el valor de estas joyas marinas, cuidarlas y apreciarlas es responsabilidad de todos los mexicanos. El archipiélago de Revillagigedo debe ser tomado como un ejemplo para otras regiones del país y el mundo si es que en el futuro queremos disfrutar de estos gentiles gigantes.

Bibliografía

[1] Bedolla, Y. R. 2007. *Caracterización ecológica de la comunidad de macroinvertebrados marinos submareales rocosos del archipiélago de Revillagigedo, México*. Tesis de licenciatura en Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California del Sur.

[2] Möller H. 1988. *Archipiélago de Revillagigedo. La última frontera*. México: Casa de Bolsa INVERLAT/Jilguero.

[3] CONANP-SEMARNAT. 2004. *Programa de conservación y manejo. Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo*. Disponible en http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/revillagigedo.pdf

[4] Marshall, A., L. Compagno y M. Bennett. 2009. Redescription of the genus *Manta* with resurrection of *Manta alfredi* (Krefft, 1868) (Chondrichthyes; Myliobatoidei; Mobulidae), *Zootaxa* 2301: 1-28.

[5] Dewar, H. *et al.* 2008. "Movements and site fidelity of the giant manta ray, *Manta birostris*, in the Komodo Marine Park, Indonesia", *Marine Biology* 155: 121-133.

[6] Hull, P. *et al.* 2006. *An Ecological and Economic Baseline for the Revillagigedo Archipelago Biosphere Reserve, Mexico*. Center for Marine Conservation and Biodiversity, Scripps Institution of Oceanography/ Universidad Autónoma de Baja California Sur.

[7] Ruiz-Sakamoto, A. 2015. *Estimación del valor económico total y catálogo de foto identificación de la manta gigante (Manta birostris Walbaum, 1792) en el Archipiélago Revillagigedo*. Tesis de licenciatura en Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur.

[8] O'Malley, M. P., K. Lee-Brooks y H. B. Medd. 2013. "The global economic impact of manta ray watching tourism", *PLoS One* 8, e65051.

[9] Stewart, J. D. *et al.* 2016. "Spatial ecology and conservation of *Manta birostris* in the Indo-Pacific", *Biological Conservation* 200: 178-183.

[10] Heinrichs, S., M. O'Malley, H. Meod y P. Hilton. 2011. *Manta Ray of Hope. 2011 Report. The Global Threat to Manta and Mobula Rays*. San Francisco: Shark Savers, WildAid.

[11] IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. (2016). Disponible en <www.iucnredlist.org>

[12] DOF. 2007. NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento. *Diario Oficial de la Federación*: 60-102.

[13] Girón-Nava, A., J. Stewart, A. Ruiz-Sakamoto y O. Aburto-Oropeza. 2015. "Why are there mantas in Bahia de Banderas, Mexico?", *dataMares. InteractiveResource* 2. doi:10.13022/M3K011

Página opuesta: Pesca atunera en las proximidades del archipiélago de Revillagigedo.

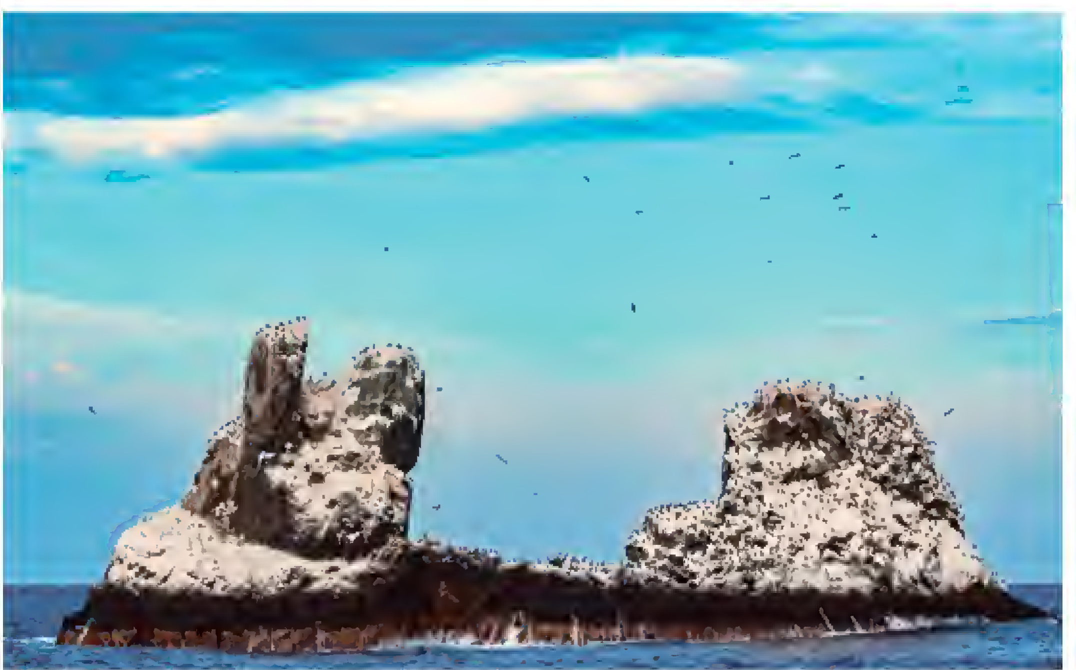
Vista dorsal de la manta gigante.

Roca Partida, la isla más pequeña del archipiélago, es conocida por ser de los mejores sitios de buceo.

[1] Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur; ruizsakamoto@gmail.com, csanchez@uabcs.mx

[2] Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California, EUA.

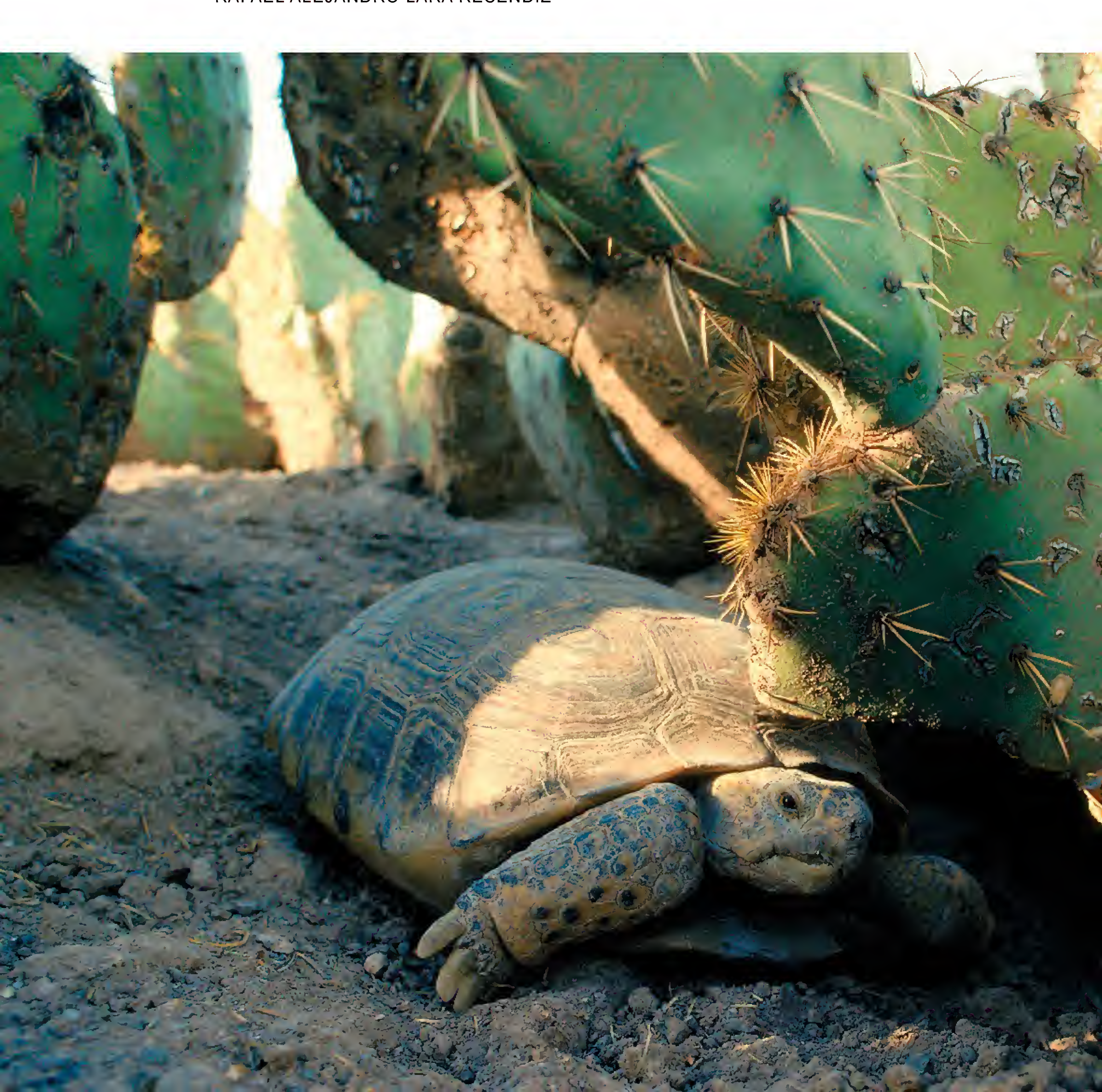




Las reservas marinas funcionan como refugios donde la vida florece y aumenta la abundancia de organismos en zonas aledañas, por lo que se beneficia a la pesca.

LAS TORTUGAS DEL DESIERTO, EN PELIGRO

RAFAEL ALEJANDRO LARA RESÉNDIZ*



Estas tortugas pueden vivir hasta 80 años, crecen lentamente, son ovíparas, su nidada puede ser de entre cuatro y ocho huevos y tienen hasta tres camadas en un año.



Las tortugas y sus generalidades

Dentro de los reptiles, las tortugas son los organismos mejor conocidos en el planeta y se debe a sus características de historia natural. Por un lado, están cubiertas por una coraza que consta de un caparazón dorsal y un plastrón ventral. Esta coraza, generalmente, consiste en una estructura de defensa en la cual resguardan la cabeza, miembros y cola. Además, el proceso de fosilización ha permitido conocer aspectos pretéritos de su biología, así como su edad en la Tierra, la cual data desde el Triásico (~220 millones de años); desde entonces ha habido pocos cambios en su morfología básica. Son organismos fácilmente reconocibles que habitan en una gran cantidad de ambientes: desde los océanos, bosques tropicales, cuerpos de agua temporales hasta los desiertos más extremos. Además, otras características sobresalientes como su longevidad, estrategias de reproducción y demográficas han hecho de ellas un excelente modelo de estudio en trabajos de ecología, evolución, paleontología, conducta, fisiología y recientemente para evaluar cómo pudieron o podrán responder a cambios ambientales extremos.

Particularmente, la familia Testudinidae incluye tortugas herbívoras y de hábitos completamente terrestres, de las cuales algunas especies tienen grandes dimensiones, como la gran tortuga de Galápagos por mencionar un ejemplo. Estos testudínidos están representados por alrededor de 60 especies que se encuentran en la mayoría de los continentes (excepto en la Antártida y Oceanía). En Norteamérica este grupo está representado únicamente por el género *Gopherus*, que son tortugas con hábitos completamente terrestres, retraen el cuello de manera vertical hacia el interior de su caparazón alto y convexo.

Estas tortugas del desierto pueden vivir hasta 80 años, aunque el promedio es de 50 años. Son organismos que crecen lentamente, por ejemplo, en los primeros años de vida lo hacen a una tasa de 12 mm/año, mientras que cuando son adultos (>20 cm) crecen 6 mm/año. Al igual que todas las tortugas, son ovíparas, esto es, que depositan huevos en el medio externo, donde completan su desarrollo embrionario antes de la eclosión.

La Tortuga del Bolsón (*Gopherus flavomarginatus*) es el reptil terrestre más grande de Norteamérica.
Fotos: © Fulvio Eccardi



Distribución de las especies de tortugas del género *Gopherus*.

El tamaño de nidada puede ser de entre cuatro y ocho huevos de cáscara dura, cuyo tamaño y forma asemeja pelotas de ping-pong. Dependiendo de las condiciones ambientales, la hembra puede producir hasta tres camadas en un año.

Este género está conformado por seis especies: *Gopherus agassizii* y *G. polyphemus*, endémicas de Estados Unidos; *G. morafkai* y *G. berlandieri*, compartidas entre México y Estados Unidos; y *G. evgoodei* y *G. flavomarginatus*, endémicas de México. Todas las especies están adaptadas para excavar y vivir en madrigueras y el grado con el que lo hacen es diferente entre especies; por ejemplo, *G. polyphemus* y *G. flavomarginatus* cavan túneles largos y profundos, mientras que el resto horadan túneles menos extensos y menos profundos. También se ha documentado que estas tortugas son de los habitantes más evasivos del desierto, ya que hasta el 95% de su vida puede ser subterránea. El hecho de pasar mucho tiempo en madrigueras las protege de los depredadores, del calor del verano, del frío del invierno y del fuego. Además, sus madrigueras proveen a otras especies del mismo refugio, por lo tanto, ecológicamente, se les considera especies sombrilla, es decir, si se les protege, indirectamente se salvaguardan a muchas otras especies dentro de sus hábitats.

Gopherus morafkai, organismo emblemático del Desierto Sonorense.
Fotos: © Rafael Lara



Científicos colocando radiotransmisores para el estudio de *Gopherus evgoodei* en la Sierra de Álamos, Sonora.
Foto: © Taylor Edwards

Riesgo y conservación

Las tortugas del desierto del género *Gopherus* evolucionaron en Norteamérica hace 40 millones de años y han sobrevivido a muchos desafíos ambientales durante su larga permanencia. Sin embargo, ahora hacen frente a múltiples amenazas antropogénicas, como la destrucción del hábitat, la introducción de especies invasoras, el consumo humano y el calentamiento climático.[1] La suma de todas estas presiones ha provocado que algunas poblaciones ya estén extintas, mientras que otras están catalogadas como amenazadas o vulnerables. Cada especie enfrenta diversas amenazas, pero las presiones que las ponen en riesgo en el corto plazo, por mencionar algunos ejemplos, son: los campos solares, montados sobre sus hábitats en el desierto; los caminos y carreteras, que cruzan por sus sitios de actividad y que afectan a las poblaciones directamente (debido a la mortalidad en caminos) e indirectamente (por la fragmentación del hábitat y proliferación de especies invasoras o especies depredadoras); y finalmente, el tráfico ilegal y la caza para fuente de comida. Esta última fue la razón que puso al límite de la extinción a las tortugas de las Islas Galápagos en poco tiempo.

Tanto *G. evgoodei* como *G. flavomarginatus*, la tortuga del Bolsón, deberían ser consideraras como prioridad nacional en términos de conservación debido a que son endémicas de México y a su distribución restringida. Esto es más evidente en *G. flavomarginatus* ya que habita sólo en una pequeña región del Desierto Chihuahuense, conocida como el Bolsón de Mapimí, ubicada entre los límites de Chihuahua, Durango y Coahuila. Esta última es una de las especies más vulnerables a nivel mundial y está al borde de la extinción debido a su reducida distribución y a múltiples factores antropogénicos como la destrucción del hábitat, pastoreo excesivo, agricultura, el comercio de vida silvestre, el consumo humano y la baja variabilidad genética de sus poblaciones.[2] Además, se ha estimado que la densidad promedio es de 10 tortugas/km^2 y sólo ocupa una área de 6,090 km^2.[2] Dentro de la IUCN, *G. berlandieri* es considerada como de bajo riesgo en la categoría de Preocupación Menor y *G. flavomarginatus* como Vulnerable;[3] sin embargo, *G. morafkai* y *G. evgoodei* aún no han sido evaluadas y es probable que, al menos *G. evgoodei*, cumpla los criterios de la categoría Amenazada y lo mismo para CITES, ya que podría calificar para ser incluida en el Apéndice I.[4]

Por lo anterior, es importante planificar medidas eficaces de conservación para estas especies a corto, mediano y largo plazo. Actualmente existen organizaciones comprometidas como Desert Tortoise Council (http://www.deserttortoise.org) y Turtle Conservancy (https://www.turtleconservancy.org), sólo por mencionar dos ejemplos, cuyos objetivos primarios son la conservación de las tortugas y sus hábitats. El gran carisma que posee la tortuga del desierto la convierte en un claro ejemplo de especie prioritaria, ya que al desarrollar esfuerzos en su conservación se protege a muchas otras especies que coexisten con ella, además de conseguir un avance en la recuperación de sus poblaciones y de los hábitats, así como de sus madrigueras.

El caso de la tortuga del bosque tropical caducifolio, *Gopherus evgoodei*

Anteriormente se consideraba a *G. agassizii* como una sola especie distribuida continuamente desde California hasta Sinaloa; sin embargo, debido a evidencias ecológicas, conductuales y genéticas, recientemente se dividió en tres especies: *G. agassizii*, *G. morafkai* y *G. evgoodei*.[5, 6] Tanto *G. agassizii* como *G. morafkai* habitan en áreas desérticas divididas por el río Colorado, la primera en el desierto de Mojave y la segunda en el desierto de Sonora. Por su parte, *G. evgoodei* vive en el bosque tropical caducifolio y matorral espinoso en el sur de Sonora y norte de Sinaloa.[4] *G. agassizii* y *G. morafkai* comparten su hábitat con especies típicas del desierto como cactus columnares, chollas, ocotillos y gobernadoras; mientras que *G. evgoodei* lo hace con especies tropicales, donde la vegetación se caracteriza por su marcada estacionalidad, la cual le brinda cobertura vegetal por lo menos durante la mitad del año.

Durante la descripción de esta especie, los autores realizaron una subasta para nombrar a la nueva especie, con la finalidad de recabar recursos y destinarlos a su protección y conservación en México. La organización Turtle Conservancy fue el mejor postor, por ello la nueva especie lleva el nombre del empresario y filántropo estadunidense Eric V. Goode, quien es conocido por sus esfuerzos para garantizar la supervivencia de estos animales en el orbe. Con la cantidad recabada se adquirieron ~400 hectáreas de terreno de bosque tropical caducifolio identificadas por ser un excelente hábitat de esta tortuga y por su ubicación ideal dentro de la Reserva Monte Mojino (http://montemojino.org; https://natureandculture.org) en Álamos, Sonora. Esfuerzos como éste no sólo contribuirán a la supervivencia de una tortuga, sino también de la rica biodiversidad asociada a este ecosistema.

Bibliografía

[1] Barrows, C. W. 2011. "Sensitivity to climate change for two reptiles at the Mojave-Sonoran Desert interface", *Journal of Arid Environments* 75: 629-635.

[2] Ureña-Aranda, C. A., O. Rojas-Soto, E. Martínez-Meyer, C. Yáñez-Arenas, R. Landgrave Ramírez y A. Espinosa de los Monteros. 2015. "Using range-wide abundance modeling to identify key conservation areas for the micro-endemic Bolson Tortoise (*Gopherus flavomarginatus*)", *PLoS ONE* 10: e0131452.

[3] IUCN. 2017. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-1. Disponible en http://www.iucnredlist.org. Consultado el 25 junio de 2017.

[4] Edwards, T., A. Karl, M. Vaughn, P. Rosen, C. Meléndez Torres y R. Murphy. 2016. "The desert tortoise trichotomy: Mexico hosts a third, new sister-species of tortoise in the *Gopherus morafkai-G. agassizii* group", *ZooKeys* 562: 131-158.

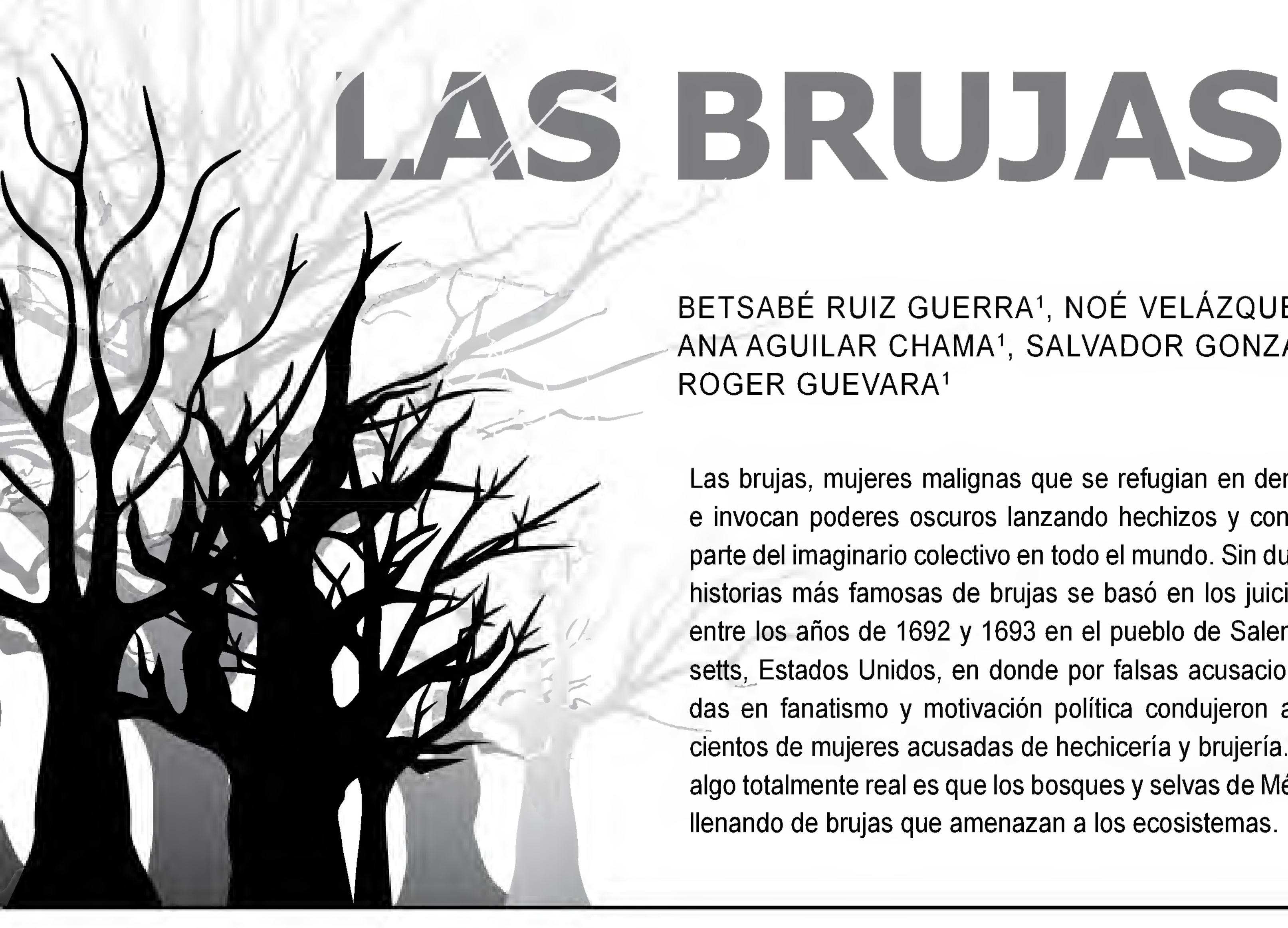
[5] Murphy, R. W., K. H. Berry, T. Edwards, A. E. Leviton, A. Lathrop y J. D. Riedle. 2011. "The dazed and confused identity of Agassiz's land tortoise, *Gopherus agassizii* (Testudines, Testudinidae) with the description of a new species, and its consequences for conservation", *Zookeys* 113: 39-71.

[6] Edwards, T., M. Vaughn, P. C. Rosen, C. Meléndez Torres, A. E. Karl, M. Culver y R. W. Murphy. 2016. "Shaping species with ephemeral boundaries: the distribution and genetic structure of desert tortoise (*Gopherus morafkai*) in the Sonoran Desert region", *Journal of Biogeography* 43: 484-497.

* Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of California, Santa Cruz, EUA; rafas.lara@gmail.com



Las tortugas son de los animales más evasivos del desierto, pueden pasar hasta el 95% de su vida en madrigueras.
Foto: © Rafael Lara



LAS BRUJAS

BETSABÉ RUIZ GUERRA[1], NOÉ VELÁZQUEZ ROSAS[2], ANA AGUILAR CHAMA[1], SALVADOR GONZÁLEZ[1] Y ROGER GUEVARA[1]

Las brujas, mujeres malignas que se refugian en densos bosques e invocan poderes oscuros lanzando hechizos y conjuros, forman parte del imaginario colectivo en todo el mundo. Sin duda una de las historias más famosas de brujas se basó en los juicios realizados entre los años de 1692 y 1693 en el pueblo de Salem, Massachusetts, Estados Unidos, en donde por falsas acusaciones sustentadas en fanatismo y motivación política condujeron a la muerte a cientos de mujeres acusadas de hechicería y brujería. No obstante, algo totalmente real es que los bosques y selvas de México se están llenando de brujas que amenazan a los ecosistemas.

¿Quién es la bruja, de dónde viene y adónde va?

En el centro del estado de Veracruz se conoce como “bruja” a la planta cuyo nombre científico es *Bryophyllum pinnatum* (Lam.) Oken, también es llamada “siempreviva” u “hoja de aire”. Esta planta pertenece a la familia botánica Crassulaceae.

La bruja llegó de Madagascar, una gran isla en el suroeste de África, donde se desarrolla en climas cálidos, semicálidos y templados; se distribuye desde el nivel del mar hasta los 2600 m en las montañas.[1] Gracias a sus propiedades medicinales y a su indiscutible belleza los navegantes no se resistieron a transportarla y al paso de los años dejaron a los descendientes de la bruja en todos los continentes, donde ha llegado a ocupar una amplia gama de ambientes.[2, 3]

Se desconoce cuándo llegó a México, pero se especula que fue antes del año 1900, vía Estados Unidos o Brasil.[4] Con base en los registros certificados de la bruja a nivel nacional e internacional, sabemos que ha sido registrada en 18 estados del país; la inscripción más antigua se remonta a 1932 en la Ciudad de México. Los estados con mayor número de registros son Veracruz, Yucatán y Chiapas. Se le ha visto en diversos ambientes: dunas costeras, selva baja caducifolia, selva alta perennifolia, selva mediana, bosque mesófilo de montaña, bosque de pino-encino, vegetación secundaria, así como en sitios perturbados y plantaciones de café. Considerando las condiciones ambientales que prefiere la bruja en Madagascar, su lugar de origen, y con un modelo de simulación con datos de temperatura y precipitación en México, predecimos que la bruja puede establecerse e invadir la vertiente del Golfo de México, principalmente los estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo; mientras que del lado del Pacífico, la costa de Oaxaca hasta Sinaloa son potenciales sitios de invasión. Destaca el hecho de que no hay registros de la planta en el norte del país; probablemente los climas extremos de esa región no le son favorables.

Los registros de la distribución geográfica de la bruja indican que las condiciones ambientales de las selvas bajas caducifolias (altos niveles de radiación solar, aridez y suelos con baja fertilidad) y de sitios perturbados podrían favorecer su desplazamiento y potencial invasión.[5] Por ejemplo, en Veracruz, a pesar de que se ha encontrado en varios sitios de la zona centro del estado, su mayor abundancia se reporta para la selva baja caducifolia que crece en *mal país* (un sustrato de basaltos volcánicos). Esta selva presenta una distribución muy restringida y tiene una alta diversidad florística, alberga una gran cantidad de especies endémicas y en peligro de extinción.[6] Por ello, la invasión de la bruja posiblemente tendrá un fuerte impacto sobre la biodiversidad y el funcionamiento de este ecosistema.

¿Cuáles son los daños de la bruja en los ecosistemas ?

A nivel global, *B. pinnatum* es reconocida como una especie exótica; en 1980 fue declarada como planta invasora por el gobierno australiano;[7] en tanto que en Hawái y la Polinesia Francesa es considerada altamente nociva.[8, 9] En nuestro país, la Comisión Nacional para el



Bryophyllum pinnatum también es conocida como "planta milagro" debido a que se le atribuyen usos medicinales en diversos países. Los extractos de hojas, tallos y raíces son ricos en compuestos químicos (por ejemplo, alcaloides, triterpenos, glicósidos, flavonoides, entre otros). En particular, las hojas tienen bufadienólidos con actividad similar a los tratamientos clínicos relacionados con problemas cardiacos. A nivel mundial, las hojas se utilizan para aliviar quemaduras, diarrea, disentería, picaduras de insectos, tuberculosis, úlceras, heridas de la piel e incluso se ha sugerido que tienen propiedades anticáncer. Para el caso específico de México, en Puebla y Michoacán se emplea para disminuir la fiebre, la indigestión y el dolor de estómago. Mientras que en Chiapas, Veracruz y Yucatán se usa para curar quemaduras y contra el sarampión; y en Oaxaca para la tiña, abscesos, flujo vaginal, diabetes y enfermedades de los riñones. También se recomienda para cólicos, disentería, paperas, gripa y tos. El éxito del uso medicinal de esta planta no ha sido probado experimentalmente. Sin embargo, lo que sí se ha comprobado es que los extractos de hojas tienen actividad antibacteriana, antiviral, insecticida y antifúngica (Biblioteca Digital de la medicina tradicional, 2009, http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Siempreviva_o_tronador&id=7493).

Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) la considera una especie invasora de alto riesgo. Cuando una especie, planta o animal, se encuentra fuera de su área de distribución natural es conocida como exótica; a largo plazo, cuando se conjuntan condiciones favorables para que una especie exótica pueda colonizar y establecerse exitosamente en nuevos sitios ésta puede convertirse en invasora al afectar negativamente la diversidad biológica nativa, las actividades productivas o la salud humana.[10] Hasta ahora se han reportado invasiones de *B. pinnatum* en ecosistemas naturales y agrícolas de Australia, Hawái, Cuba y en islas del Pacífico sur donde ha generado grandes pérdidas económicas y biológicas.[8]

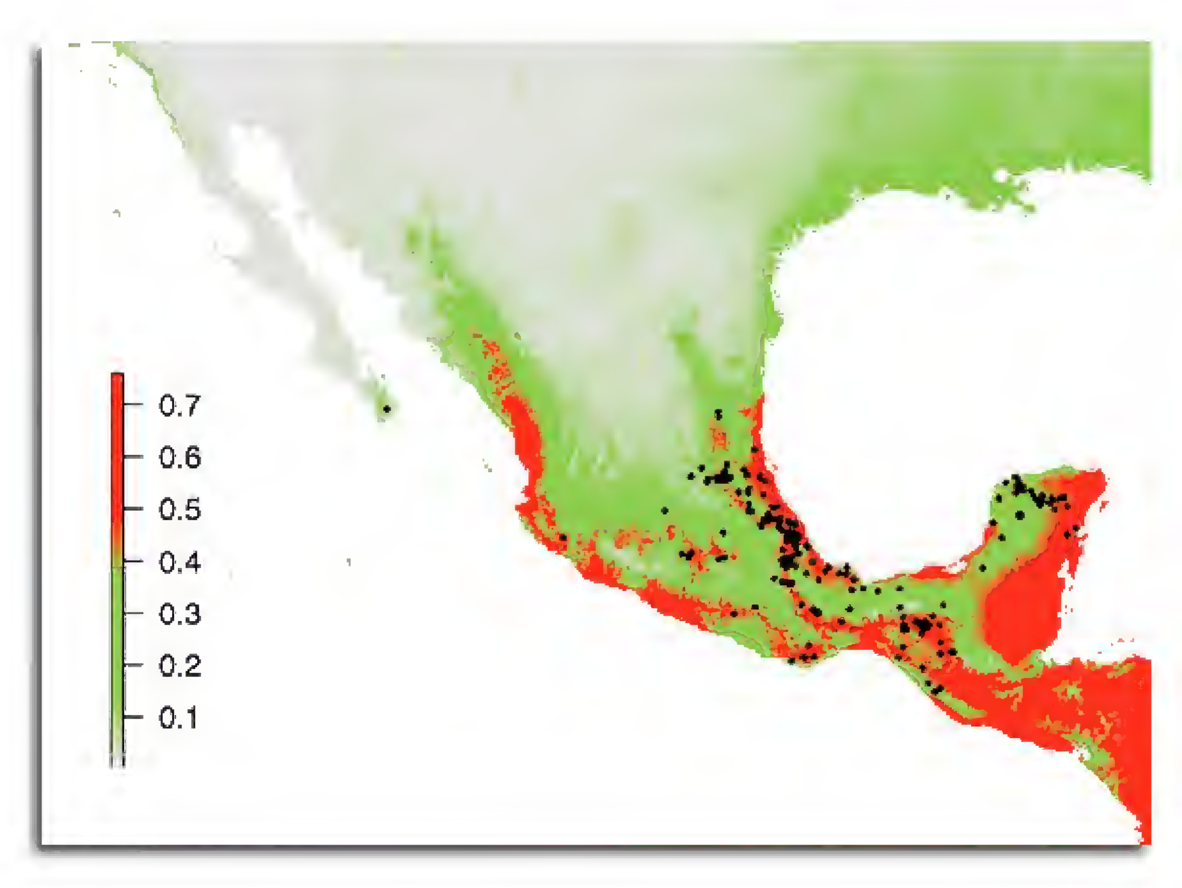
Los efectos negativos de *B. pinnatum* sobre la vegetación nativa se deben a su capacidad para acaparar recursos del suelo, lo que da como resultado el desplazamiento de la vegetación nativa. El éxito de su invasión está relacionado con su reproducción vegetativa, la producción de hijuelos (clones) a través de sus hojas, la alta tasa de crecimiento, la ausencia de depredadores, su gran tolerancia a la sequía y sus propiedades alelopáticas, es decir, liberación de químicos al suelo (por ejemplo, ácidos p-hidroxibenzoico, protocatecuico, gallico y p-cumárico)[11] que inhiben la germinación de semillas y el crecimiento de las raíces de las especies nativas. Todo esto hace que la bruja crezca en parches muy densos, lo que impide la llegada de luz a las plantas nativas que recién emergen. La toxicidad de la bruja no sólo afecta a las plantas; se ha demostrado que son nocivas para el ganado debido al alto contenido de glicósidos de bufadienolido, los cuales afectan el miocardio.[8]

Recientemente hemos iniciado la evaluación de los efectos negativos de la bruja en la selva baja caducifolia que crece sobre un sustrato de basaltos volcánicos, conocido como *mal país*, en el centro de Veracruz. Nuestros resultados muestran que el reclutamiento (incorporación de nuevos individuos) y la diversidad de las plantas nativas es tres veces menor en los sitios dominados por la bruja, comparado con sitios libres de la invasión.

Las plantas invasoras modifican la estructura, composición y funcionamiento de un ecosistema alterando las redes de interacciones bióticas como las de polinizadores, herbívoros, dispersores y hongos micorrizógenos. En el caso de la polinización, *B. pinnatum* podría interferir en las tasas de polinización de las especies nativas, por la gran cantidad de flores que produce (37 flores por individuo) con abundante néctar y la alta concentración de azúcares que acapara a los polinizadores. Algunos estudios han demostrado que el néctar de las plantas invasoras es más rico en azúcares y abundante que el de las plantas nativas, ya que abarca los recursos del suelo y no tienen enemigos naturales, lo que les permite invertir más recursos en el despliegue de recompensas florales para los polinizadores. Así, el polen de las especies invasoras podría ser transportado con mayor frecuencia por los polinizadores al estigma (estructura reproductiva femenina) de plantas nativas e interferir con la fecundación de óvulos, e incluso con especies cercanas podrían llegar a hibridizarse formando nuevas variedades de plantas. A largo plazo, esto podría tener consecuencias negativas sobre el éxito reproductivo y la diversidad genética de las plantas nativas.[12]

La bruja también puede modificar las asociaciones mutualistas que mantienen las plantas con los hongos del suelo, denominadas micorrizas. En esta relación, los hongos obtienen fotosintatos (azúcares) de las plantas hospederas y, a cambio, éstos proporcionan nutrientes (fósforo y nitrógeno principalmente) a las plantas, confiriéndoles mayor resistencia a condiciones de estrés biótico y abiótico. Estas asociaciones son muy importantes en sistemas con bajos nutrientes y condiciones ambientales de estrés, como es el caso de la selva baja caducifolia. Ahora sabemos que *B. pinnatum* establece simbiosis con hongos micorrizógenos en este tipo de selva, lo que podría alterar la intensidad en las asociaciones de estos hongos mutualistas con las raíces de plantas nativas y, como consecuencia, alterar sus probabilidades de supervivencia.[13]

Se ha demostrado que la invasión por plantas exóticas genera cambios en el microclima, en los almacenes y la dinámica de nutrientes del suelo, lo que puede acelerar el proceso de invasión y alterar el funcionamiento de los ecosistemas.[14] Hemos observado que en los sitios invadidos por la bruja la materia orgánica y el contenido de carbono total en el suelo aumentan en 38% y 43%, respectivamente. Esto principalmente a causa de la gran cantidad de hojarasca que genera la bruja, lo cual además puede incrementar la humedad del suelo y, a largo plazo, intensificar la actividad metabólica de la biota edáfica. Un efecto similar fue descrito por Herrera y sus colaboradores en 2011 en Venezuela, para una especie hermana llamada *Kalanchoe daigremontiana,* la cual aumenta la actividad metabólica total de la microbiota del suelo, el flujo de carbono suelo-atmósfera y la mineralización del carbono en el suelo de los sitios invadidos. Estos cambios incrementan la disponibilidad de nutrientes y favorecen el proceso de invasión.



Distribución potencial de *B.pinnatum*, las zonas en rojo representan los sitios más parecidos climatológicamente al de origen de la bruja (Madagascar). Los puntos negros representan los registros de esta especie en México.



Página opuesta: Zonas invadidas por *B. pinnatum*, su alta densidad impide el desarrollo de la vegetación nativa de la selva baja caducifolia, Veracruz. Foto: © Ana Aguilar Chama

La reproducción vegetativa de algunas especies de *Bryophyllum* se realiza a través de los lóbulos que surgen del margen de las hojas, y cada uno tiene la capacidad de generar un nuevo individuo.



Inflorescencia de *B. pinnatum*.

¿Qué se puede hacer?

Con el fin de incentivar esfuerzos para disminuir el impacto negativo de la bruja sobre la biodiversidad de la selva baja se requiere:

- Generar información fundamental de los efectos de esta especie sobre el funcionamiento del ecosistema y los mecanismos responsables, para tener herramientas que nos permitan desarrollar estrategias de prevención y control y, si es posible, de erradicación de *B. pinnatum*.
- Desarrollar una estrategia de prevención y control, en colaboración con diferentes actores de la sociedad, a través de la divulgación de los efectos negativos de *B. pinnatum*.
- Prevenir la dispersión e introducción, ya sea intencional o accidental de *B. pinnatum*. Eliminar las plantas que se encuentran en nuestro jardín o en la comunidad, dejándolas secar y quemarlas, de ser posible. Las pequeñas invasiones se pueden controlar.

Aunque algunas de las acciones arriba descritas son temas recientemente abordados por grupos de investigación de diferentes instituciones académicas, la participación activa de la sociedad civil y sectores interinstitucionales es primordial para prevenir, controlar y evitar los daños de esta planta en los ecosistemas naturales; de esta forma la única bruja que debe seguir dispersándose en nuestro país es la de aquel son jarocho que a la letra dice "Me agarra la bruja y me lleva a su casa; me vuelve maceta y una calabaza…".

Agradecimientos

Agradecemos a Martín de los Santos e Ismael Guzmán Valdivieso por su apoyo en el trabajo de campo y elaboración de bases de datos. Este artículo está basado en los reportes técnicos de un proyecto financiado por la CONABIO y el INECOL.

Bibliografía

[1] http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/333113-Bryophyllum-pinnatum.

[2] Allorge Boiteau, L. 1996. "Madagascar, centre de speciation et dórigine du genre Kalanchoe (Crasulaceae)", *Biogéographie de Madagascar*, 137-145.

[3] Rojas-Sandoval, J. y P. Acevedo Rodríguez. 2013. Datasheet report for *Kalanchoe pinnata* (cathedral bells). Invasive species compendium. http://www.cabi.org/isc/datasheet/29328

[4] Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski. 1990. "Nota sobre el elemento africano en la flora adventicia de México", *Acta Botánica Mexicana* 12: 21-21.

[5] Sandoval, M. C., y J. L. Martínez. 1994. "El uso de *Kalanchoe pinnata* (Lam) Pers. en el estado de Veracruz", *La Ciencia y el Hombre* 16: 49-56.

[6] Castillo Campos, G., P. A. Dávila y J. A. Zavala. 2007. "La selva baja caducifolia en una corriente de lava volcánica en el centro de Veracruz: lista florística de la flora vascular", *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 80: 77-104.

[7] Hannan-Jones, M. A. y J. Playford. 2002. "The biology of Australian Weeds 40. *B.* Salisb. Species", *Plant Protection Quarterly* 17: 42-57

[8] McKenzie, R. A. 1987. "Mother of millons", en J. Covacevich, P. Davie y J. Pearin (eds.), *Toxic Plants and Animals. A Guide for Australia*. Brisbane: Queensland Museum.

[9] Williams, M. C. y M. C. Smith. 1984. Toxicity of *Kalanchoe* spp. in chicks. *American Journal of Veterinary Research* 45: 543-546

[10] Invasive Species Specialist Group/International Union for Conservation of Nature. http://www.issg.org/

[11] Bär, W., P. Pfeifer y K. Dettner. 1997. "Intra- and interspecific allelochemical effects in three Kalanchoe-species (Crassulaceae)", *Zeitschrift für Naturforschung. Section C, Biosciences* 52: 441-449.

[12] Morales, C. L. y A. Traveset. 2009. "A meta-analysis of impact of alien vs. native plants on pollinator visitation and reproductive success of co-flowering native plants", *Ecology Letters* 12:716-728

[13] Urruty, M. 2015. Efecto de la planta invasora *Kalanchoe pinnata* sobre el crecimiento y la colonización micorrízica de cuatro especies de la selva baja caducifolia en México. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, A.C.

[14] Herrera, I., N. Chacón, S. Flores, D. Benzo, J. Martínez, B. García, y J .I. Hernández-Rosas. 2011. "La planta exótica *Kalanchoe daigremontiana* incrementa el reservorio y flujo de carbón en el suelo", *Interciencia* 36: 937-942.

[1] Instituto de Ecología, A.C. Red de Biología Evolutiva. Xalapa, Veracruz; betsabe.ruiz@inecol.mx

[2] Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz; novelazquez@uv.mx

Nueva página web

Agrobiodiversidad



¿Qué es la agrobiodiversidad?

Domesticación de especies

La diversidad biocultural de México

Centros de origen y domesticación de cultivos agrícolas

Los parientes silvestres de cultivos mexicanos

¿Por qué ocurrió la domesticación de especies?

Uso de la diversidad genética para enfrentar el cambio climático

Pérdida de agrobiodiversidad

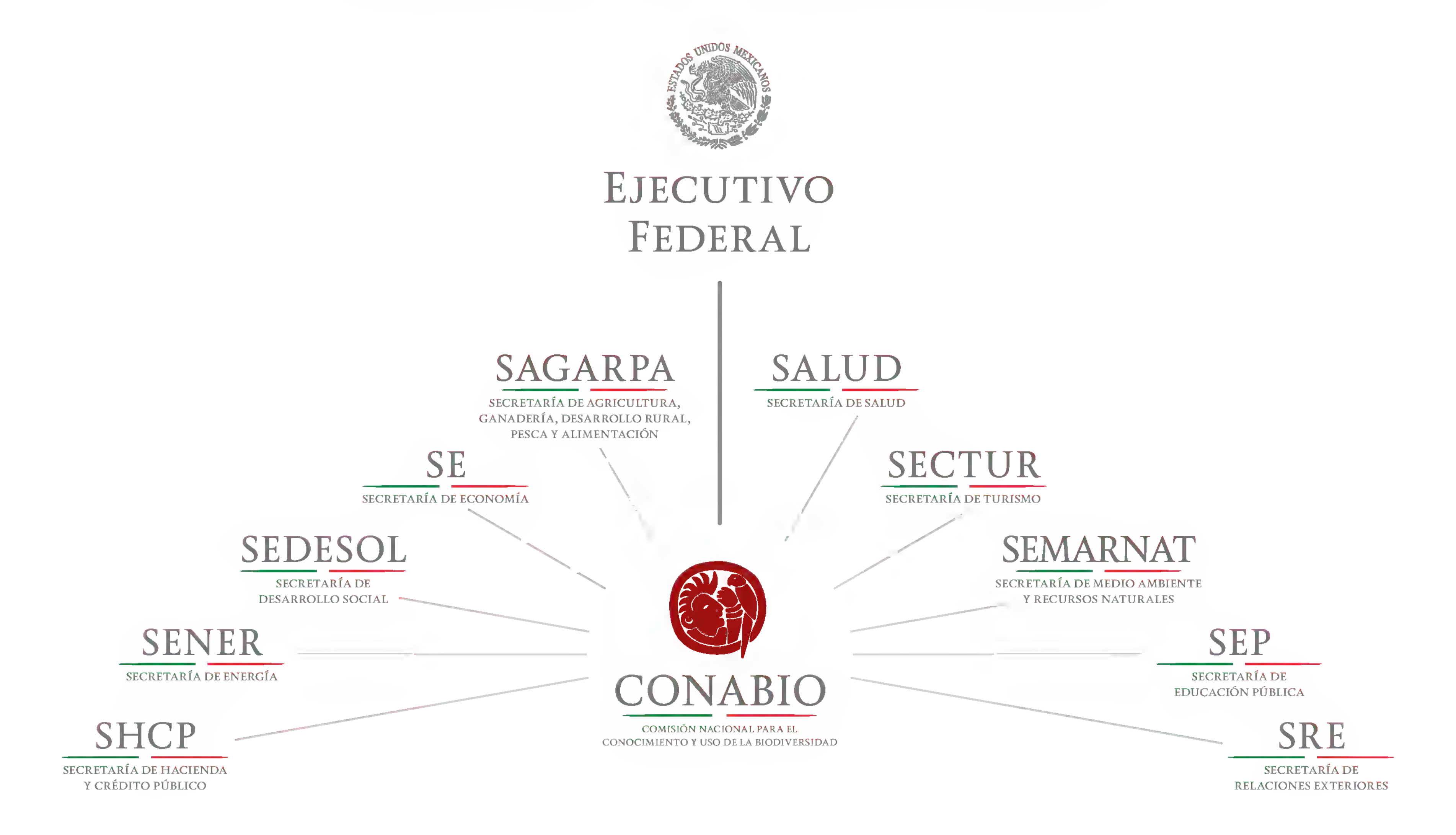
Diversidad genética de cultivos y sus parientes silvestres



www.biodiversidad.gob.mx/
biodiversidad/agrobiodiversidad.html

Nueva página web **Miembros Conabio**

Comisión Intersecretarial



La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) es una comisión intersecretarial, creada en 1992 con carácter de permanente.

El Presidente de la Comisión es el titular del Ejecutivo Federal, C. Enrique Peña Nieto. El Secretario Técnico es el titular de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), C. Rafael Pacchiano Alamán y participan los titulares de nueve secretarías más.

La Conabio cuenta con un Coordinador Nacional, el Dr. José Sarukhán Kermez.

Conoce a nuestros colaboradores, proyectos, recursos, convocatorias, líneas de trabajo y atención a usuarios.



www.biodiversidad.gob.mx/conabio/miembros.html

MOSAICO NATURA MÉXICO

Del 11 de diciembre de 2017 al 11 de marzo de 2018

Participa y consulta las bases en: **www.mosaiconatura.net**

4° Concurso Nacional de Fotografía de Naturaleza

Fotografía: Jesús E. Higuera Rivas































La biodiversidad en Jalisco
Estudio de Estado
Volúmenes I y II

Una de cada tres especies de mamíferos y una de cada dos especies de aves de la fauna total de México se encuentran en Jalisco, lo cual, siendo nuestro país el cuarto a escala mundial en biodiversidad, representa un gran compromiso en el ámbito medioambiental.

Esta obra es una contribución, con información confiable, acerca de la situación de la biodiversidad en esa entidad. Se estructura en dos volúmenes con nueve y tres secciones respectivamente. Contiene 100 contribuciones conformadas por capítulos y estudios de caso que incluyen fotografías, gráficas, mapas, cuadros, referencias bibliográficas y apéndices o listas de especies. En la obra participaron 149 autores de 29 instituciones de gobierno, académicas y organizaciones de la sociedad civil.

En el primer volumen se presentan los elementos y factores que contribuyen con la extraordinaria riqueza biológica, los usos y el manejo de la biodiversidad en la entidad (contexto físico y diversidad biocultural); también da un panorama general de las condiciones socioeconómicas del estado, algunos de los usos y aprovechamiento de la biodiversidad y las principales amenazas que afronta; además, se describen las actividades y acciones que se realizan (culturales, jurídicas, de protección y conservación, y de gestión) para conservar y usar la biodiversidad de manera sustentable.

En el segundo volumen se presenta información acerca de la diversidad de ecorregiones, los grupos de hongos, plantas y animales, las presiones o amenazas a las que están sujetos, y las alternativas o estrategias de conservación para cada grupo.









FE DE ERRATAS:
El autor de la fotografía del jaguar que aparece en la página 8 del número 135 de *Biodiversitas* es Femando Constantino Martínez Belmar.

La misión de la CONABIO es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

Sigue las actividades de CONABIO a través de las redes sociales

Biodiversitas es de distribución gratuita. Prohibida su venta.

Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2013-060514223800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

EDITOR RESPONSABLE: Fulvio Eccardi Ambrosi
DISEÑO: Tools Soluciones
CUIDADO DE LA EDICIÓN: Adriana Cataño y Leticia Mendoza
PRODUCCIÓN: Gaia Editores, S.A. de C.V.
IMPRESIÓN: Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V.

fulvioeccardi@gmail.com • biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 Ciudad de México
Tel. 5004-5000, www.gob.mx/conabio. Distribución: nosotros mismos